

Dimensionamento de Unidade de Compostagem Automatizada para Tratamento dos Dejetos Suínos

2ª Edição

Paulo Armando Victória de Oliveira
Evandro Carlos Barros
Jonas Irineu dos Santos Filho
Daniela Refosco Schell
Livia Paula Turmina



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Suínos e Aves
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Cartilha

Dimensionamento de Unidade de Compostagem Automatizada para Tratamento dos Dejetos Suínos

2ª Edição

*Paulo Armando Victória de Oliveira
Evandro Carlos Barros
Jonas Irineu dos Santos Filho
Daniela Refosco Schell
Livia Paula Turmina
Autores*

Embrapa Suínos e Aves
Concórdia, SC
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Suínos e Aves

Rodovia BR 153 - KM 110
89.715-899, Concórdia-SC
Caixa Postal 321
Fone: (49) 3441 0400
Fax: (49) 3441 0497
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê de Publicações da Embrapa Suínos e Aves

Presidente: Marcelo Miele
Secretária: Tânia M.B. Celant
Membros: Airton Kunz
Ana Paula A. Bastos
Gilberto S. Schmidt
Gustavo J.M.M. de Lima
Monalisa L. Pereira
Suplentes: Alexandre Matthiensen
Sabrina C. Duarte

Coordenação editorial: Tânia M.B. Celant
Revisão técnica: Juliano C. Corrêa, Martha M. Higarashi e Marcelo Miele
Revisão gramatical: Monalisa L. Pereira
Normalização bibliográfica: Claudia A. Arrieche
Editoração eletrônica: Vivian Fracasso
Fotos da capa: Paulo A. V. de Oliveira

2ª edição (revisada e ampliada)
Versão eletrônica (2017)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Suínos e Aves

Dimensionamento de unidade de compostagem automatizada para tratamento dos dejetos suínos / Paulo Armando Victória de Oliveira, Evandro Carlos Barros, Jonas Irineu dos Santos Filho, Daniela Refosco Schell, Livia Paula Turmina. - 2. ed. Concórdia : Embrapa Suínos e Aves, 2017.
31 p.; 21 cm.

1. Dejeito animal. 2. Suinocultura. 3. Compostagem. 4. Meio Ambiente. 5. Sustentabilidade. I. Título. II. Série. III. Oliveira, Paulo Armando Victória de. IV. Barros, Evandro Carlos. V. Santos Filho, Jonas Irineu dos. VI. Schell, Daniela Refosco. VII. Turmina, Livia Paula .

CDD. 628.7466

©Embrapa 2017

Autores

Paulo Armando Victória de Oliveira

Engenheiro-agrícola, doutor em Construções Rurais e Ambiente, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Evandro Carlos Barros

Engenheiro-agrônomo, mestre em Fisiologia Vegetal, analista da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Jonas Irineu dos Santos Filho

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência (Economia Aplicada), pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC

Daniela Refosco Schell

Graduanda em Agronomia, bolsista do CNPq/PIBIC, FACC - Faculdade Concórdia, Concórdia, SC

Lívia Paula Turmina

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, bolsista do CNPq/PIBIC, Universidade do Contestado, Concórdia, SC

Sumário

Introdução.....	7
O que é a compostagem?.....	9
Como é desenvolvida a compostagem?.....	9
Metodologia para dimensionamento de unidade de compostagem.....	11
Cálculo da unidade de equilíbrio na leira de compostagem.....	12
Procedimento de aplicação dos dejetos ao substrato na leira de compostagem.....	13
Unidade de compostagem.....	14
Indicadores importantes.....	16
Dimensionamento da edificação de compostagem.....	16
Cálculo do volume de dejetos produzidos na granja, volume de substrato e tamanho da unidade de compostagem.....	17
Distribuição diária dos dejetos suínos na leira de compostagem.....	20
Máquinas utilizadas para distribuição e revolvimento da biomassa.....	22
Questões econômicas relativas a compostagem de dejetos suínos.....	25
Conclusão.....	29
Agradecimentos.....	30
Referências.....	30

Introdução

A compostagem para o tratamento dos dejetos de suínos foi adaptada e desenvolvida no Brasil, no ano de 2003, pela Embrapa Suínos e Aves, como alternativa para o manejo dos dejetos suínos, gerando como produto final um composto orgânico que pode substituir o adubo químico (OLIVEIRA; HIGARASHI, 2006). A primeira unidade de compostagem automatizada foi desenvolvida pela Embrapa Suínos e Aves, em parceria com a Bergamini Indústria de Máquinas Ltda. Sendo a primeira máquina desenvolvida em Santa Catarina, para o revolvimento e distribuição dos dejetos suínos em leira de compostagem, pode ser observada na Figura 1.

Foto: Paulo A. V. de Oliveira/Embrapa



Figura 1. Primeira compostagem automatizada desenvolvida pela Embrapa em parceria com a Bergamini Indústria de Máquinas Ltda.

O armazenamento em esterqueiras e lagoas e posterior uso como fertilizante agrícola, por várias décadas, foi o manejo e destino tradicionalmente aceito para os dejetos suínos produzidos em unidades de produção. Entretanto, esse sistema, com o passar dos anos, apresentou suas dificuldades operacionais relacionadas ao aumento crescente no volume de efluentes produzidos, resultado da concentração de animais em granjas com pequenas áreas agrícolas destinadas ao uso do fertilizante.

O problema gerado é simples:

Quanto maior a quantidade de animais alojados na propriedade, maior será o volume de dejetos produzido e, conseqüentemente, maior será a área necessária para sua disposição como fertilizante agrícola.

Nesse contexto pode-se destacar o custo adicional no transporte de fertilizantes líquidos a longas distâncias, o que por si só pode inviabilizar esta prática. Estudos mostram que em média 95% do volume de dejetos suínos líquidos produzidos nas granjas é água e que, após o armazenamento e transformação destes dejetos em fertilizantes líquidos, seu transporte a distâncias maiores que 3 km é inviável, considerando sua baixa concentração de nutrientes.

Uma solução tecnológica proposta pela Embrapa Suínos e Aves, para essa questão, é o uso da compostagem para o tratamento dos dejetos suínos. A compostagem é um processo aeróbio de degradação da matéria orgânica contida nos dejetos suínos, que promove o aquecimento natural da biomassa existente nas

leiras de compostagem, possibilitando a evaporação da água contida nos dejetos. Dessa maneira, além da redução do excesso de água contida nos dejetos, no final do processo de compostagem ocorre a concentração de nutrientes em um composto biologicamente estável, sem cheiro, fácil de ser transportado, com características fertilizantes e condicionantes de solo.

O tratamento dos dejetos por compostagem pode representar uma solução efetiva para regiões com problemas de alta concentração da produção de suínos e que não dispõem de áreas agrícolas com culturas suficientes para aplicação dos fertilizantes líquidos produzidos. O resultado do processo de compostagem é a produção de adubo orgânico sólido, podendo este ser transferido ou comercializado para outras regiões que possuam maior demanda por fertilizantes orgânicos.

O que é a compostagem?

É um processo aeróbio de decomposição biológica da matéria orgânica, com geração de calor e estabilização das substâncias orgânicas. Consiste, basicamente, na mistura dos dejetos suínos a uma fonte de carbono, que pode ser serragem, maravalha ou palha, em leitos de compostagem desenvolvidos para esta finalidade.

Como é desenvolvida a compostagem?

A compostagem para o tratamento dos dejetos suínos é um processo aeróbio que se desenvolve em duas fases:

A primeira chamada de **FASE DE IMPREGNAÇÃO** é a mais ativa e caracteriza-se por uma forte atividade biológica para a degradação da matéria orgânica e pelo aumento de temperatura da biomassa nas leiras de compostagem. É também conhecida como fase de incorporação dos dejetos líquidos a resíduos sólidos (maravalha, serragem, palha) até a obtenção de uma biomassa com umidade e relação Carbono/Nitrogênio (C/N) adequadas.

A segunda fase, chamada de **MATURAÇÃO**, é a fase final onde ocorre a estabilização da biomassa. Na fase inicial a temperatura é elevada, reduzindo gradativamente até o final do processo de maturação. Caracteriza-se por taxas metabólicas mais reduzidas sendo também conhecida como fase de arrefecimento, durante a qual diminui a temperatura da biomassa na leira e o material torna-se estável, escuro, amorfo, com aspecto de húmus e um cheiro de terra.

Devido ao calor gerado pela grande atividade biológica no processo de degradação da matéria orgânica, a temperatura no interior da biomassa existente nas leiras pode alcançar 65°C. Durante o revolvimento da biomassa presente nas leiras de compostagem ocorre a evaporação do excesso de água, com redução no seu volume. Durante o desenvolvimento do processo de compostagem pode ocorrer a evaporação de 60 à 80% do volume de água presente nos dejetos, reduzindo a altura da leira de 30 à 40%.

Metodologia para dimensionamento de unidade de compostagem

Recomenda-se que a unidade de tratamento dos dejetos suínos por compostagem possua pelo menos duas leiras, de maneira que, durante uma semana, a biomassa de uma leira receba os dejetos diariamente enquanto a outra seja apenas revolvida. Na semana seguinte será invertido o processo de impregnação e revolvimento nas leiras, sendo que a leira que recebeu os dejetos será revolvida enquanto que a que foi revolvida receberá os dejetos.

Dessa maneira são criadas condições aeróbias para aceleração do processo de compostagem e aumento da temperatura da biomassa, com objetivo de evaporar o excesso de água existente na biomassa (Quadro 1).

A incorporação total dos dejetos na biomassa na leira de compostagem estará finalizada quando atingir a relação de (10:1), ou seja, para cada 10 litros de dejetos líquidos são necessários 1 kg de serragem usada como substrato.

Na primeira fase do procedimento de compostagem os dejetos suínos são misturados ao substrato disposto nas leiras. Recomenda-se que essas leiras tenham profundidade entre 0,80 à 1,20 metros, de acordo com a máquina distribuidora utilizada na unidade de compostagem. Nessa fase ocorre a absorção da água pelo substrato (serragem, maravalha ou palha) e começa o processo biológico de decomposição da matéria orgânica com consequente elevação da temperatura e evaporação da água.

Cálculo da umidade de equilíbrio na leira de compostagem

Na determinação da umidade da mistura dos dejetos suínos com dois substratos (serragem + palha) para a formação da leira de compostagem, podemos usar a equação seguinte, desenvolvida pela Cornell University (Compost Mixture Calculation, Cornell Waste Management Institute © 1996) :

$$\text{Umidade (\%)} = ((A \cdot x) + (B \cdot y) + (C \cdot z)) / (x + y + z)$$

Sendo:

- A** = Dejetos suínos

B = Substrato 1 (serragem)

C = Substrato 2 (Palha)

x, y e z = representam as respectivas massas, de dejetos e dos substratos

Parâmetros	H ₂ O (%)	Massa (Kg)
Dejeto	95 (A)	400 (x)
Serragem	14 (B)	100 (y)
Palha	14 (C)	100 (z)
Umidade (%)	68	

Esse cálculo pode ser usado para estimar o valor da umidade inicial da biomassa de uma mistura de substratos com dejetos suínos.

Procedimento de aplicação dos dejetos ao substrato na leira de compostagem

Em unidades de compostagem automatizadas recomenda-se o uso de no mínimo duas leiras para recebimento dos dejetos líquidos de suínos, porém quando existir somente uma leira, na unidade, essa deve ser virtualmente dividida em duas porções iguais (Quadro 1).

Quadro 1. Recomendação de aplicação de dejetos e revolvimento na biomassa das leiras durante o período de compostagem.

Leira ↓	Aplicação dos dejetos de acordo com o cronograma, em semanas																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	x	0	x	0	x	0	x	0	x	0	x	0	x	0	x	0	x	0	o	0	o	0
2	0	x	0	x	0	x	0	x	0	x	0	x	0	x	0	x	0	x	0	o	0	o
	→ Aplicação dos dejetos →																→ Maturação e troca de substrato →					

x: aplicação de dejetos na biomassa.
0: revolvimento da leira.

Na aplicação diária de dejetos suínos nas leiras de compostagem é recomendado que se aplique (X) uma semana consecutiva em cada leira (1), sendo que enquanto estamos aplicando e revolvendo o substrato em uma leira na outra apenas será executado o revolvimento (O) para oxigenação da biomassa.

A umidade da biomassa, na leira de compostagem quando da primeira aplicação, não deve ultrapassar a relação:

massa da leira: litros de dejetos (1:2,5)

Evitando assim o escoamento do chorume pela leira. Recomenda-se avaliação periódica da umidade da biomassa, na leira de compostagem, para evitar que ela ultrapasse a 70%, caso ocorra essa situação é necessário suspender a aplicação de dejetos e revolver a biomassa na leira para aumentar sua temperatura e evaporar a água presente, reduzindo a umidade da biomassa. A maneira prática de avaliar empiricamente a umidade da biomassa é enchermos a mão com a biomassa e apertarmos, quando não houver escoamento de líquido entre os dedos significa que a umidade está dentro do limite desejável para o desenvolvimento do processo de compostagem.

Unidade de compostagem

As edificações destinadas a abrigarem a unidade de compostagem podem ser construídas em madeira ou alvenaria (pré-moldado), com o cuidado de evitar a entrada de água das chuvas, o que interfere diretamente na eficiência do processo, pois aumenta a umidade da biomassa. Elas podem ser recobertas com qualquer material de cobertura, desde as telhas de barro, fibrocimento ou PVC transparente, de acordo com a disponibilidade e custo. As laterais devem ser abertas para garantir a ventilação (Figura 2), sendo construídas apenas muretas laterais em alvenaria ou madeira com altura entre 0,80 à 1,20 m, com o cuidado para que não entre água das chuvas, o que comprometeria o processo de compostagem. Se o terreno no entorno da unidade de compostagem for bem drenado, com solo argiloso e o lençol freático estiver a no mínimo 2 m de profundidade, não se recomenda a construção de piso no interior das leiras de compostagem.

Foto: Paulo A. V. de Oliveira/Embrapa



Foto: Evandro C. Barros/Embrapa



Figura 2. Unidades de compostagem para o tratamento dos dejetos suínos.

Indicadores importantes

O manejo adequado da biomassa nas leiras é fator fundamental para o sucesso da compostagem. Após a aspersão dos dejetos suínos sobre a biomassa, na leira, é necessário um bom sistema de revolvimento para mistura homogênea e incorporação dos dejetos ao substrato. Recomenda-se que o revolvimento da biomassa seja diário.

O manejo da biomassa e controle da umidade são fundamentais para manutenção da temperatura elevada do composto, que deve se situar acima de 45°C, considerada própria para o início do processo de compostagem e eliminação patógenos, microorganismos e sementes de plantas daninhas que porventura possam estar presentes. A temperatura é o indicador mais importante que evidencia a eficiência do processo de compostagem, pois o calor é o resultado da atividade bacteriana na decomposição da matéria orgânica, sendo que no final do processo de compostagem ocorre diminuição gradativa da temperatura atingindo valores menores que 32°C.

Dimensionamento da edificação de compostagem

As dimensões da edificação, bem como os volumes das leiras de compostagem, deverão ser calculadas em função do número de suínos presentes no sistema produtivo, em função do volume de dejetos produzidos diariamente na granja e da massa (Kg) do substrato utilizado.

Cálculo do volume de dejetos produzidos na granja, volume de substrato e tamanho da unidade de compostagem

Para determinar a quantidade de dejetos suínos produzidos na granja sugere-se utilizar os dados médios de produção diária de dejetos líquidos apresentados no Quadro 2, multiplicado pelo número de suínos presentes nos diferentes sistemas de produção.

Quadro 2. Quantidade estimada de dejetos líquidos de suínos produzidos diariamente de acordo com o sistema de produção existente na granja.

Tipo sistema de produção	Quantidade diária de dejetos
Ciclo completo (CC)	47,1 litros/matriz
Unidade produção de leitões (UPL)	22,8 litros/matriz
Unidade produção de desmamados	16,2 litros/matriz
Terminação	4,5 litros/animal
Creche	2,3 litros/animal

Fonte: IN 11 FATMA (2014).

Exemplos

- 1) Considerando uma granja de terminação de 3.000 suínos, onde são produzidos 4,5 litros de dejetos por animal por dia e um período produção de 120 dias, temos:

$$3.000 \text{ suínos} \times 4,5 \text{ Litros} \times 120 \text{ dias} = 1.620.000 \text{ litros de dejetos no período}$$

2) Considerando a capacidade e a relação (10:1), ou seja 10 litros de dejetos por kg de serragem, temos:

$$1.620.000 \text{ litros de dejetos} \div 10 = 162.000 \text{ kg de serragem}$$

3) Considerando que 1 m³ de serragem possui peso específico de 200 kg, temos:

$$162.000 \text{ kg de serragem} \div 200 \text{ kg} = 810 \text{ m}^3 \text{ de serragem}$$

Ou seja, será necessário um volume de 810 m³ de leira na unidade de compostagem, para o tratamento dos dejetos produzidos.

É recomendável dividir o volume calculado, para a compostagem, em no mínimo duas leiras (Figura 3). Isso facilita o planejamento do manejo das leiras, sua retirada e disposição do novo substrato nas leiras, ou seja, no momento em que uma leira está recebendo dejetos a outra está apenas sendo revolvida, maturando ou sendo descarregada.

O exemplo a seguir foi calculado com base nas dimensões de uma máquina comercial existente e empregada em uma propriedade hipotética.

Cálculo do comprimento das leiras dado pela fórmula:

$$A \times B \times C = VTL \text{ (m}^3\text{)}$$

Sendo:

VTL = 810 m^3 (volume total da leira)

A = 1,10 m (altura da leira de compostagem)

B = 12 m (largura da máquina)

C = "x" m (comprimento da leira de compostagem)

$$12 \times 1,10 \times C = 810 \rightarrow 13,2.C = 810 \rightarrow C = \frac{810}{13,2} \rightarrow 61,4 \text{ m} \approx 62 \text{ m}$$

C = 62 m

Adiciona-se mais 1,5 m em cada extremidade da leira calculada, como área de escape da máquina de revolvimento e área necessária coberta pelo ângulo de estabilidade lateral do substrato da leira.

Dessa forma teremos, como exemplo, comprimento de 62 m + 3 m, totalizando 65 metros.

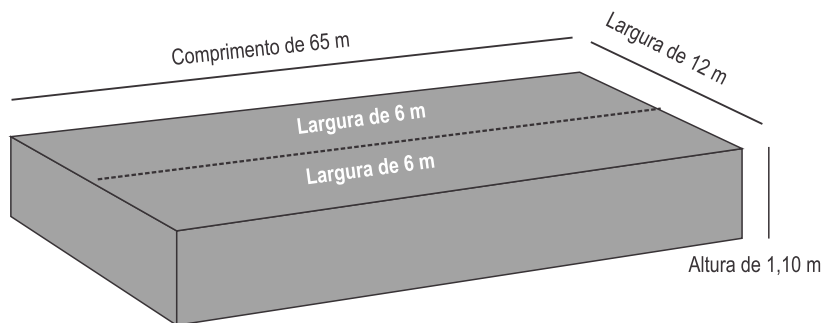


Figura 3. Desenho esquemático das dimensões da unidade de compostagem com duas leiras com largura de 6 m, medindo 65 m de comprimento e 12 m de largura total e 1,10 m de altura.

Algumas máquinas são projetadas para trabalhar em leiras de três metros (Figura 4). Neste caso, as leiras serão divididas de três metros e não mais de seis metros

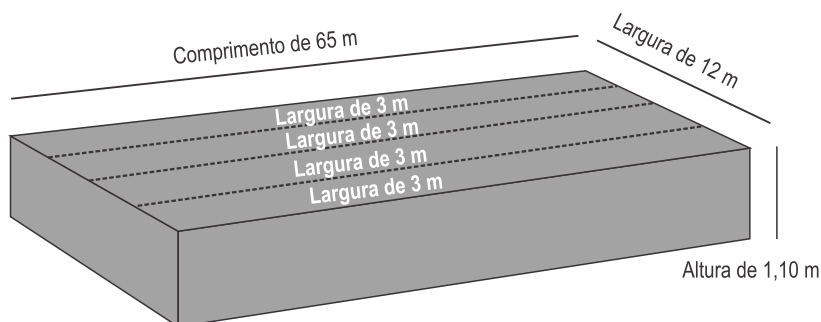


Figura 4. Desenho esquemático das dimensões da estação de compostagem com quatro leiras com largura de 3 m, medindo 65 m de comprimento e 12 m de largura total e 1,10 m de altura.

Distribuição diária dos dejetos suínos na leira de compostagem

Para a execução desta etapa dividimos a leira em dois segmentos: A e B. Diariamente aplicamos o volume de dejetos produzidos pelos suínos em uma das leiras (1), durante sete dias consecutivos, enquanto que na outra leira (2) somente vamos revolver a biomassa para aeração (Quadro 1).

O volume de dejetos suínos, em cada tubo (saída) de distribuição existente na máquina, deve ser calculado em função da velocidade de avanço da máquina (m/min.), da seguinte maneira:

$$Q = 3.000 \text{ suínos} \times 4,5 \text{ litros dejetos/suínos.dia}^{-1}$$

$$Q = 13.500 \text{ litros dejetos/dia}$$

Seguindo o exemplo contido na Figura 3, onde a área útil da leira é de 62 m de comprimento por 6 m largura (largura da máquina), considerando que a máquina possui uma velocidade de avanço de 1 m/min., então em 62 min. a máquina percorre toda a leira de compostagem.

$$V = 1 \text{ m/min. (velocidade de avanço da máquina)}$$

Em cada metro de leira (minuto de percurso da máquina) será distribuído “X” litros de dejetos:

$$X = 13.500 \text{ L} \div 62 \text{ min. (tempo total percurso)}$$

$$X = 217,74 \text{ L/min.}$$

No caso da máquina ter 14 saídas, então, calculamos a vazão de cada saída.

$$V_z = 217,74 \div 14$$

$$V_z = 15,6 \gg 16 \text{ L/min. em cada saída de distribuição da máquina}$$

A vazão em cada saída da máquina, para a distribuição de dejetos líquido, deve ser ajustada para 16 litros por minuto. Este ajuste de vazão é importante para uniformização da distribuição dos dejetos na leira de compostagem. O ajuste correto da vazão, além da distribuição uniforme, evita o escorrimento do excesso de líquido na leira, em função do aparecimento da percolação excessiva.

Máquinas utilizadas para distribuição e revolvimento da biomassa

Atualmente, estão disponíveis no mercado vários tipos de máquinas com características peculiares, mas que promovem a distribuição dos dejetos suínos e o correto revolvimento da biomassa. Em função das características mecânicas destas máquinas se dimensionará a largura e profundidade das leiras de compostagem. Predominam vários sistemas de revolvimento da biomassa compostos de pás-rotativas e helicoides (Figura 5).

Foto: Paulo A. V. de Oliveira/Embrapa



Foto: Paulo A. V. de Oliveira/Embrapa



Foto: Paulo A. V. de Oliveira/Embrapa





Foto: Paulo A. V. de Oliveira/Embrapa

Figura 5. Modelos de máquinas atualmente usadas nas unidades de compostagem para o tratamento dos dejetos suínos.

Ambos os sistemas de revolvimento, desde que bem operados e seguidas as recomendações de aplicação de dejetos a biomassa, promovem bons resultados e a escolha está ligada ao custo, que pode ser bastante variável entre os modelos e fabricantes. Na escolha da máquina deve-se considerar, além dos custos, a potência elétrica, a largura de distribuição dos dejetos, o sistema de revolvimento da leira e as características mecânicas e de automação da operação.

Questões econômicas relativas a compostagem de dejetos suínos

A compostagem é uma importante tecnologia para o tratamento de dejetos suínos visando o seu aproveitamento como fertilizante orgânico ou organomineral. Com o objetivo de atender a realidade das escalas comerciais de suínos, nas diferentes regiões de produção no Brasil, desenvolveu-se vários modelos de máquinas usadas no revolvimento da biomassa formada nos sistemas de tratamento via processo de compostagem.

Dentre as tecnologias disponíveis há modelos de máquinas de compostagem que operam em diferentes alturas, o que implica em aumento ou redução no comprimento de leiras. Esse fato faz com que a área construída também seja reduzida ou aumentada de forma linear. Além disso, vários níveis tecnológicos permitem diferentes velocidades de deslocamento da máquina e um menor tempo de revolvimento e secagem da biomassa (composto), o que também afeta a área construída da unidade de compostagem.

Quando corretamente manejada, independentemente dos modelos de máquinas de compostagem, é possível produzir um composto de elevada qualidade. Além do correto manejo, questões importantes como concentração de matéria orgânica (sólidos voláteis) no resíduo (dejetos suínos), incorporado no substrato (biomassa), tem grande influência na qualidade final do fertilizante orgânico gerado e no custo comercial do adubo.

Os projetos sobre viabilidade econômica da implantação de uma biofábrica de composto orgânico são individuais, pois levam em consideração especificidades locais e gerências dos produtores. Em termos de localização, a proximidade de grandes centros urbanos e/ou de zonas produtoras de produtos orgânicos, hortifrutigranjeiros em geral e floricultura favorecem a comercialização do adubo orgânico.

Atividades como floricultura, fruticultura e horticultura necessitam de substratos orgânicos para produção de mudas, assim como seu uso na recuperação de áreas de pastagens degradadas, aumento de matéria orgânica nos solos e uso na agricultura. Na produção orgânica é recomendado o uso de compostos orgânicos como fonte de nutrientes e condicionador dos solos. Ainda, o composto pode ser utilizado na produção de organominerais aumentando a disponibilidade de nutrientes e mantendo a sua característica de condicionador/melhorador dos solos.

O valor fertilizante do composto orgânico é afetado pela grande perda de nitrogênio durante o processo e baixa disponibilidade do nitrogênio restante no mesmo. Para o ano de 2017, o seu valor fertilizante pode variar entre R\$ 100,00 e R\$ 145,00 por tonelada. O seu valor como condicionador/melhorador do solo não é considerado nesta análise.

Em função das baixas reservas de fósforo e potássio, o Brasil é cada vez mais dependente de ingredientes importados. Em 1983, 4% das fontes de nitrogênio e 100% das fontes de potássio eram importadas; e em 2006 63% do nitrogênio, 41% do fósforo e

88% do potássio passaram a ser importados. As previsões para 2025 são de que 82% do nitrogênio, 80% do fósforo e 95% do potássio sejam importados. A compostagem permite a reciclagem desses nutrientes e seu reuso diminuindo a dependência nacional e melhorando a balança comercial brasileira.

Tomando por exemplo dois modelos de máquinas de compostagem comercializadas no Brasil, com diferentes padrões de tecnologia, estudou-se a viabilidade econômica dessas máquinas utilizadas no tratamento dos dejetos suínos via processo compostagem. Então, no estudo desenvolvido dividiu-se a análise econômica estudando os dois modelos de máquinas a seguir:

MÁQUINA A: opera com menor velocidade tendo como revolvedor da biomassa no leito de secagem sistema formado por um conjunto de helicoidais.

MÁQUINA B: opera com o revolver da biomassa constituído de um eixo horizontal rotativo.

Os principais itens de custo da compostagem são a depreciação, os juros sobre o capital médio investido e o valor pago pelo substrato (serragem). Além desses itens é importante levar em consideração o custo com a mão-de-obra, energia elétrica e manutenção da máquina. No estudo dos modelos de máquinas para compostagem automatizadas fixou-se a largura da máquina, portanto, o que variou foi o número de horas trabalhadas por dia, para cada modelo. Este fato faz com que a escala de produção seja bastante importante na definição do seu custo e viabilidade econômica.

Pelos resultados simulados, tem-se que na UPL (Unidade de Produção de Leitões) a máquina de compostagem B, que tem maior aporte tecnológico (trabalho com maior altura e largura de leira), possui alta viabilidade econômica para quase todas as escalas estudadas (Figura 6).

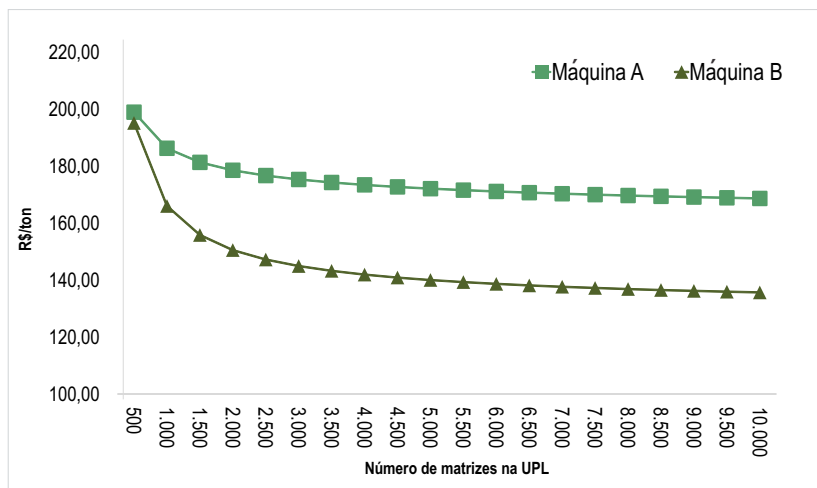


Figura 6. Custo de produção do composto orgânico em diferentes modelos de máquinas de compostagem, em 2017, usadas em Unidade de produção de leitões (UPL).

Já na UT (Unidade de Terminação), por outro lado, as máquinas de compostagem B são mais indicadas para grandes escalas (acima de 2.500 animais alojados). Assim, tem-se que para pequenas escalas de produção o custo de produção será menor onde se insere um produto com menor intensidade de escala de produção e automação (Máquina A) (Figura 7).

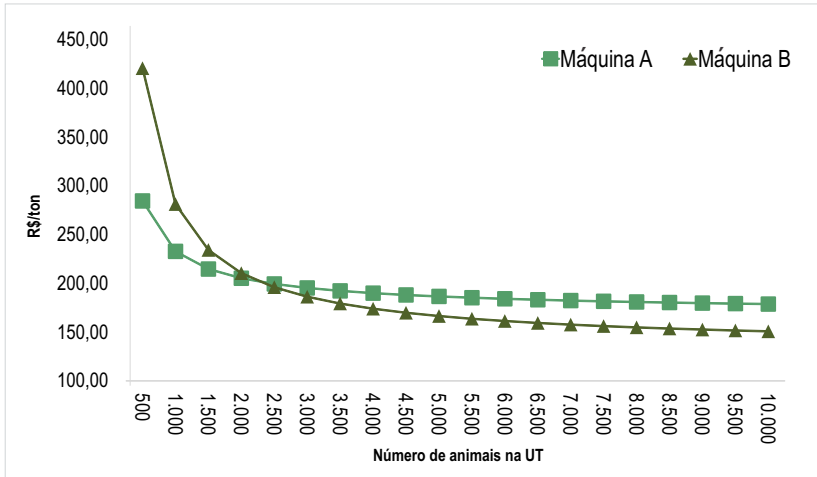


Figura 7. Custo de produção do composto orgânico em diferentes modelos de máquinas de compostagem, em 2017, usadas em Unidade de Terminação de suínos (UT).

Para a melhor eficiência do sistema de tratamento de dejetos de suínos via compostagem recomenda-se que a concentração de matéria orgânica (sólidos voláteis) nos dejetos suínos seja maior que 4%.

Conclusão

O tratamento dos dejetos suínos, via processo de compostagem, foi desenvolvido como alternativa para solucionar o passivo ambiental gerado pela deficiência das tecnologias em uso atualmente, pois gera como produto final um adubo orgânico que pode substituir os adubos químicos.

Agradecimentos

Agradecemos à Embrapa Suínos e Aves, Aincadesc (Associação das Indústrias de Carnes e Derivados do Estado de Santa Catarina), Sindicarne (Sindicato da Industrias de Carnes e Derivados do Estado de Santa Catarina) e a Fapesc (Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina), pelo apoio técnico e financeiro na realização deste trabalho. Agradecemos também pelo apoio e colaboração no desenvolvimento do presente trabalho ao senhores Jacir José Albino e Paulo César Baldi.

Referências

ANGNES, G. **Emissão de gases de efeito estufa e NH_3 durante a fase de absorção do processo de compostagem de dejetos suínos.** 2012. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFSC, Florianópolis.

ANGNES, G.; NICOLOSO, R. da S.; SILVA, M. L. B. da; OLIVEIRA, P. A. V. de; HIGARASHI, M. M.; MEZZARI, M. P.; MILLER, P. R. M. Correlating denitrifying catabolic genes with N_2O and N_2 emissions from swine slurry composting. **Bioresource Technology**, n. 140, p. 368-375, 2013.

CORNELL UNIVERSITY. **Cornell Waste Management Institute.** Compost Mixture Calculation Spreadsheets. ©1996. Disponível em: <<http://compost.css.cornell.edu/download.html>>. Acesso em: 16 set. 2015.

DAÍ PRÁ, M. A.; CORRÊA, E. K.; CORRÊA, L. B.; LOBO, M. da S.; SPEROTTO, L.; MORES, E. **Compostagem como alternativa para gestão ambiental na produção de suínos.** Porto Alegre: Evangraf, 2009. 143 p.

Daí PRA, M. A.; KONZEN, E. A.; OLIVEIRA, P. A. V. de; MORAES, E. **Compostagem de dejetos líquidos de suínos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 45).

NUNES, M. L. A. **Avaliação de procedimentos operacionais na compostagem de dejetos de suínos**. 2003. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina.

OLIVEIRA, P. A. V. de. **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas praticas**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. 109 p.

OLIVEIRA, P. A. V. de; HIGARASHI, M. M. **Unidade de compostagem para o tratamento dos dejetos de suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. 39 p. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 114).

OLIVEIRA, P. A. V. de; NUNES, M. L. A.; KUNZ, A.; HIGARASHI, M. M.; SCHIERHOLT NETO, G. F. Utilização de compostagem para o tratamento dos dejetos de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINARIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 11., 2003, Goiânia, GO. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003. p. 433-434.



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

